Pemanfaatan Augmented Reality Untuk Buku Pembelajaran Pengenalan Hewan Pada Anak Usia Dini Berbasis Android

Muhammad Fauji[1], John Adler[2]
[1,2] Jurusan Sistem Komputer Universitas Komputer Indonesia, Bandung
[1]zhiezhie68@gmail.com, [2] john.adler@email.unikom.ac.id

ABSTRAK

Pengenalan hewan kepada anak dapat merangsang otak untuk berimajinasi dan melatih kreatifitas. Dengan berkembangnya teknologi informasi, sarana pengenalan hewan dapat dilakukan menggunakan perangkat berupa personal computer, Laptop maupun smartphone. Perkembangan teknologi Augmented Reality pada smartphone akan mempermudah anak usia dini dalam mengenal beberapa jenis hewan. Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah membuat aplikasi Pengenalan Hewan menggunakan teknologi Augmented Reality berbasis Android. Metode yang digunakan untuk membuat aplikasi ini adalah Occlusion Base detection dan metode yang dilakukan dalam pembuatan aplikasi Pengenalan Hewan ini adalah study literature, eksperimen, sampling dan interview. Pembuatan diawali dengan mengumpulkan data hewan yang akan dibuat sebagai model menggunakan software 3DMAX. Perancangan aplikasi Augmented Reality menggunakan software Unity dengan merancang marker yang dibuat menggunakan Vuforia, suara yang diedit menggunakan Adobe Audition CS6 dan model hewan yang telah dibuat. Fitur yang ada dalam aplikasi ini adalah beberapa jenis hewan yang ditampilkan secara 3D dengan suara dan animasi menggunakan teknologi Augmented Reality.

Kata kunci : *Augmented Reality, Android, Occlusion, Occlusion Based.*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) merupakan salah satu bentuk penyelenggaraan pendidikan yang menitikberatkan pada peletakan dasar ke arah pertumbuhan dan perkembangan fisik dan kecerdasan. Banyak sekali pelajaran yang diajarkan, salah satunya pengenalan binatang. Namun, media pembelajaran yang ada hanya terbatas pada gambar saja, hal ini menyebabkan kurangnya informasi yang didapat dalam menggenalkan hewan kepada anak. Dengan berkembangnya teknoloi informasi, pengenalan binatang dapat di lakukan dengan menggunakan smartphone android. Dengan adanya keadaan tersebut maka dibuatlah aplikasi pengenalan hewan untuk anak usia dini berbasis Android menggunakan teknologi *Augmented Reality.*

Aplikasi pengenalan hewan untuk anak usia dini ini menggunakan teknologi *Augmented Reality,* dikarenakan dengan penggunaan teknologi *Augmented Reality* dapat memungkinkan pengguna melihat objek binatang secara lebih nyata seperti binatang asli secara tiga dimensi (3D), dibanding dengan menggunakan aplikasi lainnya. Perkembangan teknologi *Augmented Reality* (AR) dapat menjadi alternatif teknologi yang digunakan dalam membuat sebuah aplikasi. Teknologi *Augmented Reality* dapat dimanfaatkan dalam membangun aplikasi pengenalan hewan, teknologi *Augmented Reality* ini juga dapat digabungkan ke dalam suatu buku untuk mengenalkan binatang secara lebih nyata untuk menghasilkan buku yang lebih menarik dalam pengenalan hewan untuk anak usia dini.

Dengan masalah yang ada maka dibuatlah aplikasi pengenalan hewan untuk anak usia dini menggunakan teknologi Augmented Reality. Diharapkan dengan adanya aplikasi ini lebih membantu anak-anak PAUD untuk mengenal berbagai jenis hewan.

2. TEORI PENUNJANG

Teori Tentang Binatang

Binatang adalah kelompok organisme yang diklasifikasikan dalam *Kingdom Animalia* (kerajaan hewan) atau metazoan. Binatang sering disebut juga fauna atau satwa.

Pada umumnya binatang atau hewan dapat kita bagi menjadi beberapa jenis berdasarkan makanannya, yaitu: 1. Herbivora adalah jenis hewan yang memakan makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti daun, batang, biji dan juga umbi-umbian. Contoh binatang herbivora pemakan rumput dan dedaunan misalnya sapi, kuda zebra, badak, gajah, rusa, dan kudanil. 2. Karnivora adalah jenis binatang yang makananya berasal dari tubuh hewan lainnya seperti daging dan darah. Binatang karnivora pada umumnya memiliki gigi seri dan gigi geraham. Gigi seri digunakan untuk memotong makanan sebelum dikunyah,

sedangkan gigi geraham dengan permukaan yamg luas digunakan untuk mengunyah makanan. Ada beberapa binatang yang tergolong kedalam karnivora misalnya singa, buaya, beruang, dan macan tutul. 3. Omnivora adalah binatang yang memakan keduanya baik itu tumbuhan maupun daging hewan lainnya, contohnya ayam, tikus, bebek, ikan, babi hutan, dan rubah.

Dari berbagai macam binatang yang ada maka diambil 10 binatang diantanya adalah badak, buaya, beruang, gajah, kuda nil, rusa, rubah, sapi, singa, zebra. Dari binatang yang dipilih sudah mewakili binatang herbivora, karnivora, dan omnivora dan binatang tersebut merupakan binatang yang mudah dijumpai oleh anak-anak. setelah menentukan binatang, maka dibuatlah aplikasi pembelajaran hewan menggunakan teknologi *Augmented Reality* berbasis android.

Android

Android adalah sistem operasi berbasis linux yang diperuntukan khusus untuk *mobile device* seperti *smartphone* dan PC tablet, persis seperti Symbian yang digunakan oleh nokia ddan blackberry OS, jelasnya seperti Microsoft windows yang sangat dikenal baik oleh para pengguna komputer dan laptop, jika kita analogikanm Android adalah windosnya sedangkan semarphone adalah unit komputernya. [3]

Android di ambil dari nama perusahaan penemunya yaitu *Android.inc* yang kemudian di akuisisi oleh Google pada pertengahan tahun 2005 dan mengubah nama penyedia aplikasi Android dari Android market menjadi *Google play*.

Dengan sistem distribusi open sources yang di gunakan memungkinkan para pengembang untuk menciptakan beragam apikasi menarik yang dapat dinikmati oleh para penggunanya, seperti game, chatting dan lain-lain, hal ini pulalah yang membuat *smartphone* berbasis Android ini lebih murah dibanding *gadget* sejenis.[2]

Android memiliki 5 *layer*, setiap *layer* tersebut terdiri dari beberapa program yang mendukung fungsi-fungsi spesifik dari sistem operasi. Secara garis besar arsitektur Android dapat dijelaskan dan digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Arsitektur android

1. *Applications*

Applications Adalah *layer* yang berhubungan dengan aplikasi saja, yaitu pada saat melakukan instalasi dan menjalankan aplikasi tersebut. Di *layer* terdapat aplikasi inti termasuk klien *email*, program SMS (*Short Message Sevice*), kalender, peta, *browser*, kontak, dan lain-lain.

2. Applications Frameworks

Adalah *layer* di mana para pembuat aplikasi melakukan pengembangan/pembuatan aplikasi yang akan dijalankan di sistem operasi Android, karena pada *layer* inilah aplikasi dapat dirancang dan dibuat, seperti *content-providers* yang berupa SMS dan panggilan telepon.

3. Libraries

Adalah *layer* di mana fitur-fitur Android berada, biasanya para pembuat plikasi mengakses *libraries* untuk menjalankan aplikasinya. Berjalan di atas kernel, *layer* ini meliputi berbagai *library* C/C++ inti seperti Libc dan SSL, serta :

a. *Libraries* media untuk pemutaran media audio dan video.
b. *Libraries* untuk manajemen tampilan.
c. *Libraries Graphics* mencakup SGL dan OpenGL untuk grafis dua Dimensi (2D) dan tiga Dimensi (3D).
d. *Libraries* SQLite untuk mendukung *database.*
e. *Libraries* SSL dan WebKit terintegrasi dengan *web browser* dan *security*.
f. *Libraries* LiveWebcore mencakup modern *web browser* dan *engine embeded web view*.

g. *Libraries* tiga Dimensi (3D) yang mencakup implementasi OpenGL ES 1.0 API's.

4. Android Run Time

Layer yang membuat aplikasi Android dapat dijalankan di mana dalam prosesnya menggunakan Implementasi Linux. *Dalvik Virtual Machine*(DVM) merupakan mesin yang membentuk dasar kerangka aplikasi Android. Di dalam Android *Run Time* dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. *Core Libraries*

   Aplikasi android dibangun dalam bahasa java, sementara dalvik sebagai virtual mesinnya bukan virtual machine java, sehingga diperlukan sebuah libraries yang berfungsi untuk menerjemahkan bahasa java/c yang ditangani oleh *Core Libraries*

2. *Dalvik Virtual Machine*

   Virtual mesin berbasis register yang dioptimalkan untuk menjalankan fungsi-fungsi secra efisien, dimana merupakan pengembangan yang mampu membuat linux kernel untuk melakukan *threading* dan manajemen tingkat rendah.

5. Linux Karnel

Adalah *layer* di mana inti dari sistem operasi Android itu berada. *layer* ini berisi *fle-file system* yang mengatur sistem *processing, memory, resource, drivers,* dan sistem-sistem operasi Android lainnya.[13]

Augmented Reality

Menurut Suryawinata (2010), *Augmented Reality* (AR) adalah kombinasi antara dunia maya (*virtual*) dan dunia nyata (*real*) yang dibuat oleh komputer. Obyek *virtual* dapat berupa teks, animasi, model tiga Dimensi (3D) atau video yang digabungkan dengan lingkungan sebenarnya sehingga pengguna merasakan obyek *virtual* berada di lingkungannya. *Augmented Reality* (AR) adalah cara baru dan menyenangkan dimana manusia berinteraksi dengan komputer, karena dapat membawa obyek virtual ke lingkunagan pengguna, memberikan pengalaman visualisasi yang alami dan menyenangkan.[7]

Benda-benda maya menampilkan informasi yang tidak dapat diterima oleh pengguna dengan inderanya sendiri. Hal ini membuat *Augmented Reality* sesuai sebagai alat untuk membantu persepsi dan interaksi penggunanya dengan dunia nyata. Informasi yang ditampilkan oleh benda maya membantu pengguna melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata.

Selain menambahkan benda maya dalam lingkungan nyata, *Augmented Reality* juga berpotensi menghilangkan benda-benda yang sudah ada. Menambah sebuah lapisan gambar maya dimungkinkan untuk menghilangkan atau menyembunyikan lingkungan nyata dari pandangan pengguna. Misalnya, untuk menyembunyikan sebuah meja dalam lingkungan nyata, perlu digambarkan lapisan representasi tembok dan lantai kosong yang diletakkan di atas gambar meja nyata, sehingga menutupi meja nyata dari pandangan pengguna.

Augmented Reality dapat diaplikasikan untuk semua indera, termasuk pendengaran, sentuhan, dan penciuman. Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur, *Augmented Reality* juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan orang banyak, seperti pada telepon genggam.[9]

Dalam membuat aplikasi *Augmented Reality* ini, penulis menggunakan game engine *Unity 3D engine* dan *Vuforia.*

Unity 3D Engine

Unity 3D Engine merupakan suatu *software game engine* yang terus berkembang saat ini. Penggunaan *engine versi free* dibatasi dengan beberapa fitur yang dikurangi atau bonus modul atau *prefab* tertentu yang ditiadakan dan hanya tersedia untuk pengguna berbayar. *Unity Engine* dapat mengolah beberapa data seperti objek tiga dimensi, suara, tekstur, dan lain sebagainya. Keunggulan dari *Unity 3D Engine* ini dapat menangani grafik dua dimensi dan tiga dimensi. Namun *Unity 3D Engine* ini lebih konsentrasi pada pembuatan grafik tiga dimensi. Dari beberapa *game engine* yang sama-sama menangani grafik tiga dimensi, *Unity 3D Engine* dapat menangani lebih banyak.

Beberapa diantaranya yaitu *Windows, MacOS X, iOS, PS3, wii, Xbox 360,* dan Android yang lebih banyak daripada *game engine* lain seperti *Source Engine, Game Maker, Unigine, id Tech 3 Engine, id Tech 4 Engine, Blender Game Engine, NeoEngine, Unity, Quake Engine, C4 Engine* atau *game engine* lain. *Unity 3D Engine* memiliki kerangka kerja (*framework*) lengkap untuk pengembangan profesional. Sistem inti *engine* ini menggunakan beberapa pilihan bahasa pemrograman, diantaranya C#, javascript maupun *boo*. [10]

Unity 3D editor menyediakan beberapa alat untuk mempermudah pengembangan yaitu *Unity Tree* dan *terrain creator* untuk

mempermudah pembuatan *vegetasi* dan *terrain* serta *MonoDevelop* untuk proses pemrograman.

Vuforia Augmented Reality

Dengan *support* untuk iOS, Android, dan *Unity3D*, *platform Vuforia* mendukung para pengembang untuk membuat aplikasi yang dapat digunakan di hampir seluruh jenis *smartphone* dan *tablet*.

Pengembang juga diberikan kebebasan untuk mendesain dan membuat aplikasi yang mempunyai kemampuan antara lain :

1. Teknologi *computer vision* tingkat tinggi yang mengijinkan *developer* untuk membuat efek khusus pada *mobile device*.
2. Terus-menerus mengenali *multiple image*.
3. *Tracking* dan *Detection* tingkat lanjut.
4. Dan solusi pengaturan database gambar yang fleksibel.

Pemrograman Berorientasi Objek

Pemrograman berorientasi objek (*object-oriented programming* disingkat OOP) merupakan paradigma pemrograman yang berorientasikan kepada objek, dimana semua data dan fungsi dibungkus dalam *class-class* atau *object-object*. Setiap *object* dapat menerima pesan, memproses data, mengirim, menyimpan dan memanipulasi data. Beberapa *object* berinteraksi dengan saling memberikan informasi satu terhadap lainya. Masing-masing *object* harus berisikan informasi mengenai dirinya sendiri dan dapat dihubungkan dengan *object* yang lain.

3. PERANCANGAN SISTEM

Analisa Aplikasi yang Dibangun

Aplikasi yang dibangun berupa aplikasi pembelajaran yang bertujuan untuk membantu Anak Usia Dini untuk mengenal berbagai jenis bintang. Dalam bentuk aplikasi yang lebih menarik dibandingkan dengan belajar secara konvensional. Aplikasi ini terdiri dari beberapa menu diantaranya :

1. Menu Utama

Dalam menu utama terdapat sub-sub menu diantaranya : menu *Augmented Reality*, menu Tutorial, dan menu Tentang.

2. Menu *Augmented Reality*

Dalam menu *Augmented Reality user* bisa menggunakan marker atau memilih marker hewan yang diinginkan. Kemudian akan menampilkan animasi 3D sesuai dengan marker yang digunakan.

3. Menu Tutorial

Dalam menu Tutorial *user* akan mendapatkan informasi tentang cara penggunaan dari aplikasi ini.

4. Menu Tentang

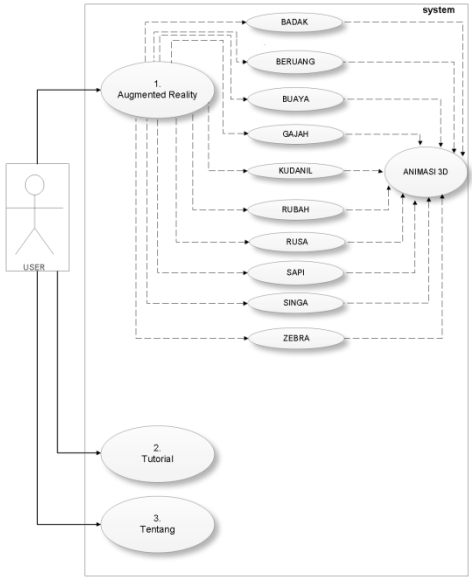
Dalam menu Tentang Aplikasi *user* akan mendapatkan informasi tentang aplikasi ini.

Analisa Metode Occlusion Based Detection

Occlusion adalah hubungan antara suatu benda dengan benda lain jika kita lihat dari suatu sudut pandang. Hal ini tentunya mengurangi informasi antar objek dalam lingkungan 3D, karena jika dilihat dari satu sudut pandang maka lingkungan 3D akan diproyeksikan kepada suatu bidang sehingga seolah-olah menjadi lingkungan 2D. Pengurangan dimensi ini menyebabkan informasi interaksi antar objek seperti keadaan bersinggungan, beririsan, atau berapa jarak antar objek akan menjadi ambigu. [3]

Use Case Diagram

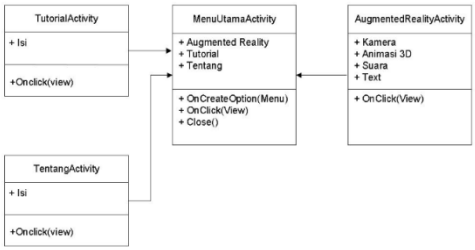
Use Case Diagram atau diagram *use case* merupakan pemodelan untuk (*behavior)* aplikasi yang akan dibuat. *Use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan aplikasi yang akan dibuat. Secara kasar, *use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah aplikasi dan siapa saja yang berhak mengguankan fungsi-fungsi itu. Berikut adalah perancangan *use case* diagram untuk aplikasi yang akan dibangun, terlihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. *Use case diagram aplikasi pembelaaran pengenalan hewan menggunakan teknologi augmented reality berbasis android.*

Class Diagram

Diagram kelas atau *class diagram* menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. *Class diagram* yang digunakan dalam pembangunan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.

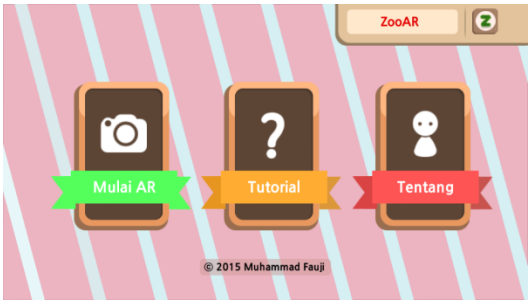


Gambar 3. Class diagram perancangan aplikasi

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

Cara Kerja dan Penggunaan Aplikasi

Ketika Aplikasi dijalankan maka akan menampilkan beberapa opsi yaitu Mulai AR, Tutorial, dan Tentang. Seperti yang terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tampilan awal aplikasi

Menu "Mulai AR" digunakan untuk memulai *Augmented Reality*, sedangkan menu "Tutorial" digunakan untuk melihat bagaimana cara penggunaan aplikasi, kemudian menu "Tentang" untuk melihat profil pembuat aplikasi. Jika user memilih menu "Mulai AR" dan marker sudah terdeteksi, maka akan keluar tampilan seperti gambar 4.



Gambar 4. Tampilan setelah marker terdeteksi.

Pengujian Alpha

Pengujian Alpha merupakan pengujian fungsional yang di gunakan untuk menguji sistem yang telah dibuat dengan metode *blackbox*. Pengujian *blackbox* terfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak. Dibawah ini merupakan tahap dari pengujian fungsional yang di lakukan yaitu Rencana pengujian.

Pengujian Tampilan Menu

Pengujian tampilan menu merupakan pengujian fungsional untuk menampilkan menu yang telah diterapkan. Seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian tampilan menu

No	Kasus/Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Menu	Menekan Tombol Mulai AR	Menampilan Animasi 3D, suara, text, dan tombol	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil
2		Menekan Tombol Tutorial	Menampilkan cara menggunakan aplikasi	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil
3		Menekan Tombol Tentang	Menampilkan informasi tentang pembuat aplikasi	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil
4		Menekan Tombol Zoom In	Memperbesar objek 3D	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil
5		Menekan tombol Zoom Out	Memperkecil objek 3D	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil

Pengujian Marker

Pengujian marker dilakukan untuk mengetahui apakah marker yang ditunujukan bisa terdeteksi atau tidak. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian marker

No	Kasus/Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Marker	Menunjukan marker Badak	Menampikan Animasi Badak, suara, text, serta tombol	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil
		Menunjukan marker Beruang	Menampikan Animasi Beruang, suara, text, serta tombol	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil
		Menunjukan marker Buaya	Menampikan Animasi Buaya, suara, text, serta tombol	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil
		Menunjukan marker Gajah	Menampikan Animasi Gajah, suara, text, serta tombol	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil
		Menunjukan marker Kudanil	Menampikan Animasi Kudanil, suara, text, serta tombol	(✓) Berhasil ( ) Tidak berhasil
		Menunjukan marker	Menampikan Animasi Rubah, suara, text, serta	(✓) Berhasil

Pengujian Beta

Pengujian *beta* merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas sistem. Dalam pengujian *beta* dilakukan penelitian dengan cara memberikan kuesioner pada calon pengguna sistem. Pengujian beta dilakukan di PAUD AT-TAUFIQ. Berdasarkan dari hasil pengujian beta maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini membantu guru untuk mengenalkan binatang kepada anak usia dini dan menambah minat anak untuk mengenal binatang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dalam penulisan tugas akhir ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam pengujian alpha dilakukan beberapa pengujian diantaranya pengujian tampilan menu, marker, jarak, dan intensitas cahaya. Dari berbagai pengujian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi tersebut menghasilkan keluaran yang diinginkan. Dapat dibuktikan dalam *black box.*
2. Pengujian beta dilakukan di PAUD AT-taufiq. Kuisioner diberikan kepada 30 responden dengan lima pertanyaan. Dari kelima pertanyaan tersebut didapatkan hasil sebagai berikut: untuk pertanyaan pertama menghasilkan 95% atau sangat setuju, pertanyaan kedua mendapatkan 96 %(sangat setuju), pertanyaan ketiga mendapatkan 92% (sangat setuju), pertanyaan keempat mendapatkan 85% (sangat setuju), sedangkan pertanyaan kelima mendapkan 70% (setuju). Dari kuesioner tersebut dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini membantu guru pendidikan anak usia dini dalam mengenalkan binatang kepada anak usia dini, selain itu, aplikasi ini juga mempermudah anak untuk mengenal binatang karena lebih interaktif.

Saran

Beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya, diantaranya:

1. Menambahkan lebih banyak binatang yang bisa ditampilkan.
2. Bisa digunakan di semua perangkat mobile selain android.
3. Menambahkan lebih banyak animasi seperti berlari dan berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Afissunani, A., saleh, A., & Assidiqi, M. H. *Multi Marker Augmented Reality Untuk Aplikasi Magic Book.* Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

[2] Andriyadi, A. 2011, *Augmented Reality with ARtoolkit.ART.* Bandar Lampung: Nulis Buku.

[3] Edi, W. 2011, *Membuat Sendiri Aplikasi Android Untuk Pemula*. Jakarta: Elexmedia Komputindo.

[4] Furht, B. (2011). *Handbook of Augmented Reality.* Florida: Department of Computer and Electrical Engineering and Computer Science.

[5] Irhamni, A. 2013, *Augmented Reality E-Resources Berbasis Konten Lokal, Peluang, Masalah Dan Tantangan : Studi Kasus Pada Perpustakaan Nasional Ri*. Diakses pada tanggal 13 April 2015, dari world wide web: http://www.academia.edu/5102531/Augmented_Reality_Eresource_Berbasis_Konten_Lokal_Peluang_Masalah_dan_Tantangan_Studi_Kasus_Pada_Perpustakaan_Nasional_Ri

[6] Lammers, K. 2013, *Unity Shaders and Effects Cookbook.* Packet Publishing.

[7] Nazrudin, S. 2012, *Android Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android.* Bandung: Informatika Bandung.

[8] Nugroho, A. R. 2013, *Pembangunan Aplikasi Magic book Pengenalan Binatang Untuk Anak Menggunakan Augmented Reality.* Teknik Informatika. Universitas Komputer Indonesia, Bandung.

[9] Rentor, M. J. 2013, *Membuat Aplikasi Augmented Reality Menggunakan Vuforia SDK dan Unity*.

[10] Remondino, A. M. 2012, *A review of Reality-Based 3D Model Generation, Segmentation and Web-Bassed Visualization Methods.*

[11] Rozaldi, R. F. 2015, *Implementasi Augmented Reality Pada Aplikasi Pemandu Kota Menggunakan Metode Location Base Service Berbasis Android. Teknik Infortamtika*. Universitas Komputer Indonesia, Bandung.

[12] Ryo. 2013, *2012-1-00766-IF Bab2001*. Diakses pada tanggal 11 April, 2015, dari world wide web: http://www.scribd.com/doc/168801980/2012-1-00766-IF-Bab2001

[13] Sukamto, R. A., dan Shalahudin, M. 2014, *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur Dan Berorientasi Objek.* Bandung: Informatika Bandung.

[14] Sukamto, R. A., dan Shalahudin, M. 2011, *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur Dan Berorientasi Objek).* Bandung: Modula Bandung.